

# ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ОТЖИГА НА СВОЙСТВА ХРОМОВОГО ПОКРЫТИЯ НА МЕДИ

*Кулаковская А.В.*

*Руководитель – доц., к.т.н. Петрущак С.В.*

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Annette-87@i.ua

Изучается структура и свойства гальванически хромированного медного образца. На рисунке 1 приведена структура слоя, не обработанного термически.



Рисунок 1. Структура хромированного слоя до термообработки,  $\times 200$

Как видно из рисунка 1, покрытие однородно, имеет небольшое количество дефектов (пор), четко видна граница раздела покрытия и основного металла – меди. Микротвердость слоя составляет  $1404 \pm 35$  Н/мм<sup>2</sup>, основного металла –  $465 \pm 2,1$  Н/мм<sup>2</sup>.

Для увеличения прочности сцепления покрытия с основным металлом был проведен пятикратный отжиг при температурах  $350 \pm 20^\circ\text{C}$  длительностью 1 час каждый с охлаждением на воздухе.

После каждого отжига был изготовлен шлиф для изучения микроструктуры и измерена микротвердость.

После каждого отжига видимых изменений структуры не произошло, видим небольшое количество дефектов покрытия и границу раздела покрытие-основной металл.

Микротвердость покрытия после первого отжига составляет  $1390 \pm 54$  Н/мм<sup>2</sup>, что практически не отличается от значений микротвердости до термообработки. После второго –  $1111 \pm 45$  Н/мм<sup>2</sup>, наблюдается небольшое снижение микротвердости по сечению покрытия. После третьего отжига значения микротвердости  $2671 \pm 24$  Н/мм<sup>2</sup>. После четвертого отжига микротвердость повышается до значений порядка  $3517 \pm 26$  Н/мм<sup>2</sup>, а после пятого снижается до значений  $2007 \pm 52$  Н/мм<sup>2</sup>.

Микротвердость меди после первого отжига составляет  $405 \pm 12$  Н/мм<sup>2</sup>, что немного меньше значений микротвердости до термообработки. После второго –  $285 \pm 8,8$  Н/мм<sup>2</sup>, наблюдается небольшое снижение микротвердости меди. После третьего отжига значения микротвердости  $321 \pm 4,2$  Н/мм<sup>2</sup>. После четвертого отжига микротвердость повышается до значений порядка  $413 \pm 4,4$  Н/мм<sup>2</sup>, а после пятого снижается до значений  $386 \pm 15$  Н/мм<sup>2</sup>.

По полученным значениям микротвердости покрытия и основного металла строим графики зависимости значений микротвердости от времени выдержки (рисунок 2).

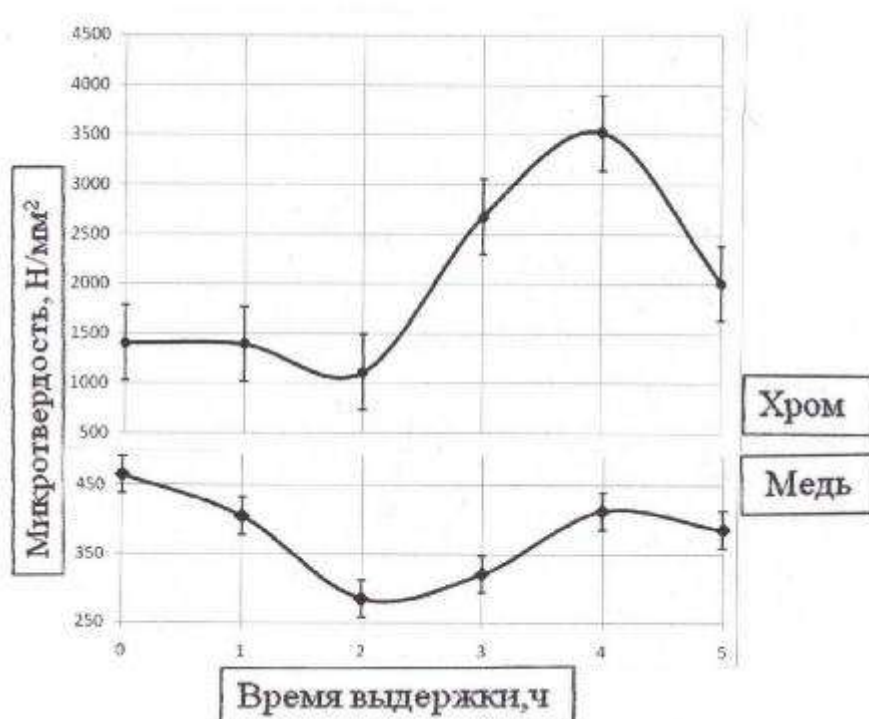


Рисунок 2. Влияние времени отжига на микротвердость меди и хрома

Как видим из графика (рисунок 2), что микротвердость и меди и хрома до двух часов выдержки снижается, а затем увеличивается. При выдержке 4 часа видим максимальную микротвердость в обоих случаях, а затем вновь наблюдаем снижение микротвердости. С помощью программы Table Curve для полученных данных подобрали уравнение, описывающее эти зависимости:

$$H_{\mu} = a + b \cdot \tau + c \cdot \tau^2 + d \cdot \tau^3 + e \cdot \tau^4 \pm \varepsilon \quad (1)$$

В таблице 1 приведены значения коэффициентов уравнения и статистические характеристики уравнения.

Как видим, зависимости описываются одним уравнением, хотя с разными коэффициентами. Уравнения имеют достаточно большие коэффициенты детерминации и критерий Фишера больше табличного, что говорит о том, что уравнение является адекватным и может применяться для описания полученных зависимостей.

Таблица 1. Значения коэффициентов и статистические характеристики уравнения

Материал	Коэффициенты уравнения						Коэффициент детерминации $r^2$	Критерий Фишера $F^*$
	a	b	c	d	e	стандартное отклонение модели, $\epsilon$		
Cr	1426,1	511,07	-1192,3	612,7	-78,04	350,75	0,9712	8,42
Cu	465,96	57,25	-190,78	75,94	-8,15	15,18	0,9893	23,04

$$*F_{\text{табл}} = 1,89$$